

(2) Japanese Patent Application Laid-Open No. 8-222632 (1996)
"MULTILAYERED WIRING FORMATION METHOD AND STRUCTURE"

The following is English translation of an extract from the above-identified document relevant to the present application.

5 A dummy pattern of a metal plug is provided inside an interlayer insulating film formed on an underlayer wiring and a metal is embedded therein. This dummy pattern is provided where conventional metal plug pattern diffusion is scarce, moderately uniforming pattern spacing. This allows uniform chemical mechanical polishing process to be performed without increasing polishing rate even where plug
10 pattern spacing formed in an interlayer insulating film is large, thus preventing formation of local dent.

Since such a dummy pattern is formed by metal, electrical neutralization of the pattern is desirable. Specifically it should be formed so as not to overlap with upper layer wiring or underlayer wiring. When a dummy pattern is made so as not
15 to overlap with underlayer wiring, or it is made to be insulated from underlayer wiring, the dummy pattern can be used as a redundancy layer for upper layer wiring.

Code Description

101 ... underlayer wiring
20 102 ... interlayer insulating film
103 ... real conductive opening
103' ... dummy opening
104 ... adhesive layer
105 ... blanket metal
25 106 ... real conductive metal plug

106' ... dummy metal plug

107 ... dent

108 ... upper layer wiring

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-222632

(43) 公開日 平成8年(1996)8月30日

(51) Int.Cl. ⁴	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所	
H 0 1 L	21/768		H 0 1 L	21/90	B
	21/28			21/28	L
		3 0 1			3 0 1 R
					3 0 1 T
				21/88	K
21/3205					
			審査請求	未請求	請求項の数5
					FD (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平7-47777

(22) 出願日 平成7年(1995)2月13日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 佐藤 淳一

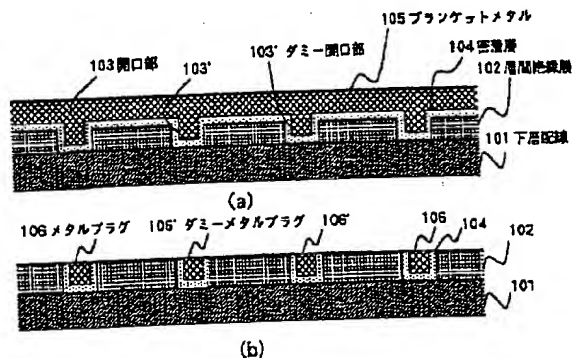
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(54) 【発明の名称】 多層配線形成方法および構造

(57) 【要約】

【目的】 化学的機械研磨処理によるメタルプラグ形成時にプラグ分布の疎な部分に形成される過剰研磨による凹みの発生を防止し、層間絶縁膜上に均一な平坦面が得られる多層配線形成方法および多層配線構造を提供する。

【構成】 下層配線層101上に層間絶縁膜102を形成し、該層間絶縁膜に前記下層配線層に連通する開口部103を形成する工程と；前記開口部を含んで前記層間絶縁膜上全面にメタル膜105を形成する工程と；前記層間絶縁膜上のメタル膜を化学的機械研磨処理により前記開口部内を残して除去し該開口部内にメタルプラグ106を形成する工程と；前記層間絶縁膜上に前記開口部内のメタル材料に接続する上層配線層108を形成する工程とを含む多層配線形成方法において、前記層間絶縁膜上全面にメタル膜を形成する前に、開口部の分布が疎な部分の層間絶縁膜にダミーの開口部103'を形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 下層配線層上に層間絶縁膜を形成し、該層間絶縁膜に前記下層配線層に連通する開口部を形成する工程と；前記開口部を含んで前記層間絶縁膜上全面に金属膜を形成する工程と；前記層間絶縁膜上の金属膜を化学的機械研磨処理により前記開口部内を残して除去し該開口部内に金属プラグを形成する工程と；前記層間絶縁膜上に前記開口部内の金属材料に接続する上層配線層を形成する工程とを含む多層配線形成方法において、前記層間絶縁膜上全面に金属膜を形成する前に、開口部の分布が疎な部分の層間絶縁膜にダミーの開口部を形成することを特徴とする多層配線形成方法。

【請求項 2】 前記開口部形成後に該開口部内面および前記層間絶縁膜上全面に密着層を形成し、該密着層形成後に前記金属膜形成工程を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の多層配線形成方法。

【請求項 3】 前記金属膜材料は、タングステン、モリブデン、アルミニウム、チタン、それらの合金またはそれらのシリサイドであることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の多層配線形成方法。

【請求項 4】 層間絶縁膜を介して積層した下層配線と上層配線とを有し、該下層配線および上層配線同士を前記層間絶縁膜に埋設した複数の金属プラグにより接続した多層配線構造において、前記層間絶縁膜にダミーの金属埋設部を設けたことを特徴とする多層配線構造。

【請求項 5】 前記ダミーの金属埋設部は下層配線と絶縁され、上層配線の冗長層を構成することを特徴とする請求項 4 に記載の多層配線構造。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は半導体装置製造過程における多層配線形成方法および多層配線構造に関し、特に上層配線と下層配線とを連結するコンタクトホールまたはビアホールを有しここにブランケット金属技術により金属プラグを形成した多層配線の形成方法および多層配線構造に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 半導体デバイスの高密度化に伴って配線パターンも高密度化し、配線形成技術はますます微細化および多層化の方向に進み、半導体集積回路の製造プロセスにおける多層配線形成技術の占める比重はますます大きくなっている。

【0003】 このような多層配線を形成する場合、例えばシリコン基板上に形成したトランジスタ等の能動素子部上に、電極を介して第 1 層のアルミニウム配線パターンを形成し、この第 1 層配線層上に層間絶縁膜を介して第 2 層のアルミニウム配線パターンが形成される。第 1 層および第 2 層の配線パターン同士は、層間絶縁膜に形成したコンタクトホールやビアホール等の開口部に金属材料を埋設してプラグを形成し、この金属プラグを介して

相互に電氣的に導通させる。

【0004】 しかしながら、下層配線層上に層間絶縁膜を形成すると、この層間絶縁膜に下層配線パターンの形状に従って段差が形成され、この段差が、配線の微細化と多層化の進展によって、大きくなり且つ急峻となって上層の配線パターンの加工精度やパターンニングの信頼性を低下させる原因となっていた。特にアルミニウム配線において、このような段差に対処した被覆性の大幅な改善ができない現在、層間絶縁膜の平坦性を向上させる必要がある。この平坦性向上の必要性は、リソグラフィーの短波長化に伴う焦点深度の低下の点からも重要であり、段差形成の問題は高精度、高品質、高信頼性の半導体装置を製造するために重要な解決すべき問題点となる。

【0005】 このような問題に対処して層間絶縁膜の平坦化を図るため、開口部形成前に層間絶縁膜全面に対し化学的機械研磨 (CMP) 処理を施すグローバル平坦化技術が検討され一部実用化されている。

【0006】 もう一つの問題は、微細化されアスペクト比の大きい (即ち縦長の) コンタクトホールやビアホールに対し、信頼性の高い金属プラグを形成することが難しいという点である。この点に関し、これまでに各種の絶縁膜の形成技術や平坦化技術および金属プラグ技術が開発されてきた。その中でも特に、微細化されたコンタクトホール等に配線材料を埋め込む技術として金属プラグ技術が多層配線技術のキーテクノロジーとして注目されている。この金属プラグ技術としては、例えば、ブランケット W (タングステン)、選択成長金属技術、高温アルミスパッター技術、アルミリフロー技術等が開発されている。このうち特にブランケット W 等のブランケット金属技術はプロセスは多少複雑になるものの安定な技術として量産現場でも実用化されている。このブランケット金属技術は、コンタクトホールを含む層間絶縁膜全面にタングステン膜等の金属膜を形成しこれをエッチバック等によりコンタクトホール部分を残して除去しコンタクトホール内に金属プラグを形成するものである。しかしながら、このブランケット金属技術においては、エッチバックの際のオーバーエッチングによりコンタクトホール部分に凹部が形成され層間絶縁膜に段差が生ずるプラグロスと呼ばれる問題が生じる。

【0007】 このようなエッチングによる問題を回避し且つ前述のグローバルな層間絶縁膜の平坦化を図るために、金属膜を化学的機械研磨処理するダマシーン (damascene) 法が提案されている。このダマシーン法は、下層配線層上に層間絶縁膜を形成しこの層間絶縁膜に化学的機械研磨処理を施してグローバルに平坦化した後、この層間絶縁膜に下層配線に連通する開口部を形成する。次にこの開口部を含む層間絶縁膜全面に金属膜を形成し開口部内に金属を埋設する。その後、この層間絶縁膜上の金属膜を化学的機械研磨により完全に

除去して平坦化し、開口部内にメタルを残してメタルプラグを形成する。その後、このメタルプラグ上に上層配線を形成するものである。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このダマシーン法についても、メタル埋設部の疎密分布に起因する研磨ムラの問題が起こる。この問題について図6を参照して以下に説明する。まず、下層配線101上に層間絶縁膜102を形成し、この層間絶縁膜102に対し化学的機械研磨処理を施して表面を平坦化する。その後、この層間絶縁膜102にビアホール（またはコンタクトホール）となる開口部103を形成する。この開口部103の内面を含む層間絶縁膜102上にオーミック層（Ti）とバリア層（TiN）からなる密着層104を形成する。この密着層104上にブランケットメタル（例えばタングステン）105を全面形成する（図6（a））。

【0009】この後、図6（b）に示すように、再び化学的機械研磨処理により開口部103内を残してブランケットメタル105および密着層104を研磨除去し開口部103内にメタルプラグ106を形成する。このとき、成膜状態や研磨の不均一性をカバーするために化学的機械研磨をやや過剰に行う必要がある。このため、スラリーの種類や研磨条件あるいはメタルや絶縁膜の材質等によっては（特にメタルと絶縁膜との間で研磨の選択性が少ない場合）、メタルプラグ形成部の間隔の広い部分と狭い部分とで研磨量に差が生じ、特にメタルプラグの間隔が広く疎な部分に、図6（b）に示すように、凹み107が形成される。

【0010】このような凹み107を有する層間絶縁膜107上に上層配線を形成すると、均一で平坦な配線パターンが得られずDOF（Depth of Focus；焦点深度）に悪影響を与える可能性がある。

【0011】本発明は上記従来技術の問題点に鑑みなされたものであって、化学的機械研磨処理によるメタルプラグ形成時にプラグ分布の疎な部分に形成される過剰研磨による凹みの発生を防止し、層間絶縁膜上に均一な平坦面が得られる多層配線形成方法および多層配線構造の提供を目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、本発明においては、下層配線層上に層間絶縁膜を形成し、該層間絶縁膜に前記下層配線層に連通する開口部を形成する工程と；前記開口部を含んで前記層間絶縁膜上全面にメタル膜を形成する工程と；前記層間絶縁膜上のメタル膜を化学的機械研磨処理により前記開口部内を残して除去し該開口部内にメタルプラグを形成する工程と；前記層間絶縁膜上に前記開口部内のメタル材料に接続する上層配線層を形成する工程とを含む多層配線形成方法において、前記層間絶縁膜上全面にメタル膜を形成

する前に、開口部の分布が疎な部分の層間絶縁膜にダミーの開口部を形成することを特徴とする多層配線形成方法を提供する。

【0013】好ましい実施例においては、前記開口部形成後に該開口部内面および前記層間絶縁膜上全面に密着層を形成し、該密着層形成後に前記メタル膜形成工程を行うことを特徴としている。

【0014】別の好ましい実施例においては、前記メタル膜材料は、タングステン、モリブデン、アルミニウム、チタン、それらの合金またはそれらのシリサイドであることを特徴としている。

【0015】本発明ではさらに、層間絶縁膜を介して積層した下層配線と上層配線とを有し、該下層配線および上層配線同士を前記層間絶縁膜に埋設した複数のメタルプラグにより接続した多層配線構造において、前記層間絶縁膜にダミーのメタル埋設部を設けたことを特徴とする多層配線構造を提供する。

【0016】好ましい実施例においては、前記ダミーのメタル埋設部は下層配線と絶縁され、上層配線の冗長層を構成することを特徴としている。

【0017】

【作用】下層配線上に形成した層間絶縁膜内にメタルプラグのダミーパターンが設けられメタルが埋設される。このダミーパターンは本来のメタルプラグのパターン分布が疎な部分に設けられパターン間隔を適度に均一化する。これにより、層間絶縁膜に形成するプラグパターン間隔の広い部分においても研磨レートが増加することなく均一に化学的機械研磨処理が行われ、局所的な凹みの形成が防止される。

【0018】このようなダミーパターンはメタルで形成するので電気的に中性に落としておくことが望ましい。具体的には上層配線または下層配線と重ならない位置に形成しておけばよい。下層配線と重ならない位置に形成するかあるいは下層配線と絶縁された状態で形成することにより、このダミーパターンを上層配線の冗長層として利用することができる。

【0019】

【実施例】図1は本発明の実施例に係る多層配線形成方法のフローチャートであり、図2は各別のステップにおける配線構造の要部断面図である。まず、図示しない基板上に第1層（下層）の例えばアルミニウム配線101がパターン形成される（ステップS1）。次に、この下層配線101上に例えば酸化シリコン等の絶縁材からなる層間絶縁膜102がCVD等により形成される（ステップS2）。続いて、ステップS3において、層間絶縁膜102全面を平坦化するために化学的機械研磨処理を施す。

【0020】この化学的機械研磨処理に用いる研磨装置の基本構成を図5に示す。研磨処理すべきウエハ5はキャリア6にセットされ機械的チャック手段（図示しな

い)により固定される。キャリア6にセットされたウエハ5は研磨プレート3の上面のパッド(研磨布)9に対向して配置される。パッド9上にはスラリータンク10からスラリー2が矢印Aのように供給される。スラリー2は模式的に図示してあるが、適当な研磨粉を液体に混濁させたものである。

【0021】研磨処理を行う場合には、スラリー2を矢印Aのようにパッド9上に供給した状態で、研磨プレート3を矢印4のように回転させかつキャリア6を矢印7のように回転させながら、キャリアにセットしたウエハ5を矢印8のように所定の押圧力でパッド9に押し付けてウエハ表面を研磨する。研磨プレート3の回転数およびキャリア6の回転数と押し付け力を調整することにより、ウエハ5に対応した最適のあるいは所望の研磨条件で研磨が行われる。

【0022】このように全面をグローバル平坦化した層間絶縁膜102に上下配線導通用の真のコンタクトホールとなる開口部103をRIE等により形成するとともに、ダミーの開口部103'を真の開口部103の間に形成する(図1ステップS4)。このダミーの開口部103'は、真の開口部103の間隔が疎な部分に設け、後の工程で行う研磨処理での研磨レートが全体としてほぼ均一になるように真の開口部103間の間隔を狭めるためのものである。

【0023】次に、ステップS5において、これらの開口部103、103'の内面および層間絶縁膜102の上面に、オーミック層(例えばTi)およびバリア層(例えばTiN)からなる密着層104が、例えばスパッタリング法やCVD法等の方法により形成される。

【0024】この後、各開口部103、103'内を含み層間絶縁膜102の上面全面に例えばタングステンからなるブランケットメタル105を、減圧CVD法等の方法により形成する(ステップS6)。ここまでの積層状態は図2(a)に示されている。なお、ブランケットメタル105としては、タングステンに限らず、モリブデン(Mo)、アルミニウム(Al)、アルミニウム合金、チタン(Ti)あるいはそれらのシリサイドを用いることができる。

【0025】次に、ステップS7において、前記図5に示した化学的機械研磨装置を用いて、ブランケットメタル105を開口部103、103'内を残して全面研磨し層間絶縁膜102上を完全平坦化する(図2

(b))。これにより、開口部103に真の導通用メタルプラグ106が形成されるとともに、ダミー開口部103'にダミーのメタルプラグ106'が形成される。この化学的機械研磨処理において、層間絶縁膜102上のブランケットメタル105とともに密着層104も研磨除去する。このような化学的機械研磨処理は金属の研磨を行うため、中性又は、酸性の雰囲気で行う。このため、スラリーは水/アルコールに混濁させたものを用

いる。具体的な研磨条件の一例を示せば以下の通りである。

【0026】

研磨プレート回転数	: 50 rpm
キャリア回転数	: 17 rpm
研磨圧力	: 8 psi
研磨パッド温度	: 30~40°C
スラリー流量	: 225 ml/min

このような研磨条件で化学的機械研磨処理を行い、ブランケットメタル105と密着層104を研磨除去する。この場合、金属や密着層の成膜状態や研磨の不均一性をカバーして層間絶縁膜102上からブランケットメタル105および密着層104を完全に除去するため、研磨をやや過剰に行う。このように研磨を過剰に行っても、広い間隔のメタルプラグ106間にダミーのメタルプラグ106'が形成されているため、層間絶縁膜102に図6(b)に示したような凹み107が形成されることはなく、図2(b)に示すように、均一な平坦面が得られる。

【0027】この後、図4(a)に示すように、この平坦な層間絶縁膜102上にアルミニウム等の上層配線108を形成する(図1ステップS8)。この上層配線108はダミーのメタルプラグ106'と重ならない位置にパターン形成される。なお、配線パターンによっては、ダミーパターンにより上下配線層同士が接続されても回路に支障を来さない場合がある。このような場合には上層配線108はダミーのメタルプラグ106'と重なる位置に形成してもよい。

【0028】図3は本発明の別の実施例の各別のプロセスにおける積層構造の要部断面図である。この実施例においては、ダミーの開口部103'が下層配線101と導通しないように、開口部103'の深さを真の導通用開口部103より浅く形成している。このようなダミーの開口部103'を形成する場合、まず真の開口部103をパターンニングして形成した後、別のマスクを用いて再度パターンニングを行い、浅いダミーの開口部103'を形成する。この後、前記実施例と同様に密着層104およびブランケットメタル105を全面形成する(図3(a))。

【0029】続いて、前記実施例と同様に化学的機械研磨処理により、ブランケットメタル105および密着層104を研磨除去する(図3(b))。この化学的機械研磨処理の研磨条件は、前記実施例と同じである。このようにして下層配線101と絶縁されたダミーのメタルプラグ106'が形成される。従って、この実施例においては、図4(b)に示すように、上層配線108はダミーのメタルプラグ106'と重ねて形成してもよい。この場合、ダミーのメタルプラグ106'を上層配線108と接続させることにより、上層配線の抵抗や伝送特性を向上させるための冗長層として利用することも可能

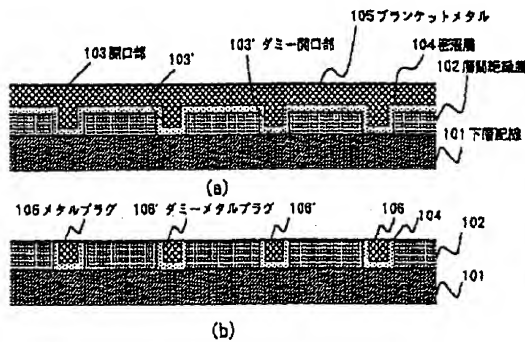
になる。その他の構成および作用効果は前述の実施例と同様である。

【0030】なお化学的機械研磨処理について、密着層は酸性の雰囲気で行い、層間絶縁膜は塩基性の雰囲気で行ってもよい。また、上記フローにおける各ステップの具体的方法としては、公知のリソグラフィ技術や、CVD、スパッターおよびRIE等の技術に適宜用いることができる。

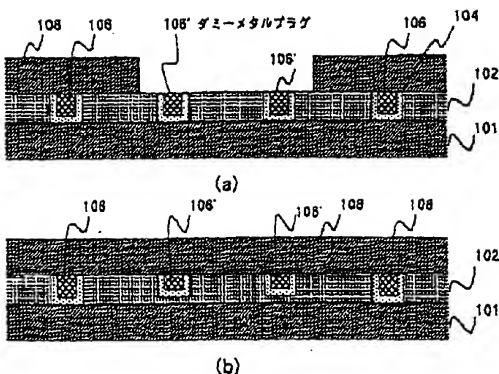
【0031】

【発明の効果】以上説明したように、本発明においては、層間絶縁膜に設けたメタルプラグを介して上下の配線層を導通させる多層配線構造において、メタルプラグ間隔の広い疎な部分にダミーのメタルプラグパターンを設けて化学的機械研磨により層間絶縁膜上を全面研磨するため、研磨レートが適度に均一化され局部的な凹みの形成が防止され均一な平坦面が得られる。従って、上層配線のカバレッジが向上し信頼性の高い配線構造が形成され、高品質で信頼性の高い半導体装置が確実に得られ歩留りの向上が図られる。

【図2】



【図4】



【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明方法のフローチャートである。

【図2】 本発明の実施例に係る多層配線形成方法の各ステップを順番に示す積層構造の要部断面図である。

【図3】 本発明の別の実施例に係る多層配線形成方法の各ステップを順番に示す積層構造の要部断面図である。

【図4】 本発明方法により形成した多層配線構造の各別の例の要部断面図である。

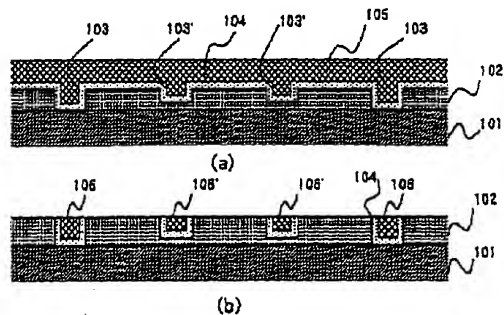
【図5】 本発明方法を実施するための化学的機械研磨装置の要部構成図である。

【図6】 従来の多層配線形成方法の各ステップを順番に示す積層構造の要部断面図である。

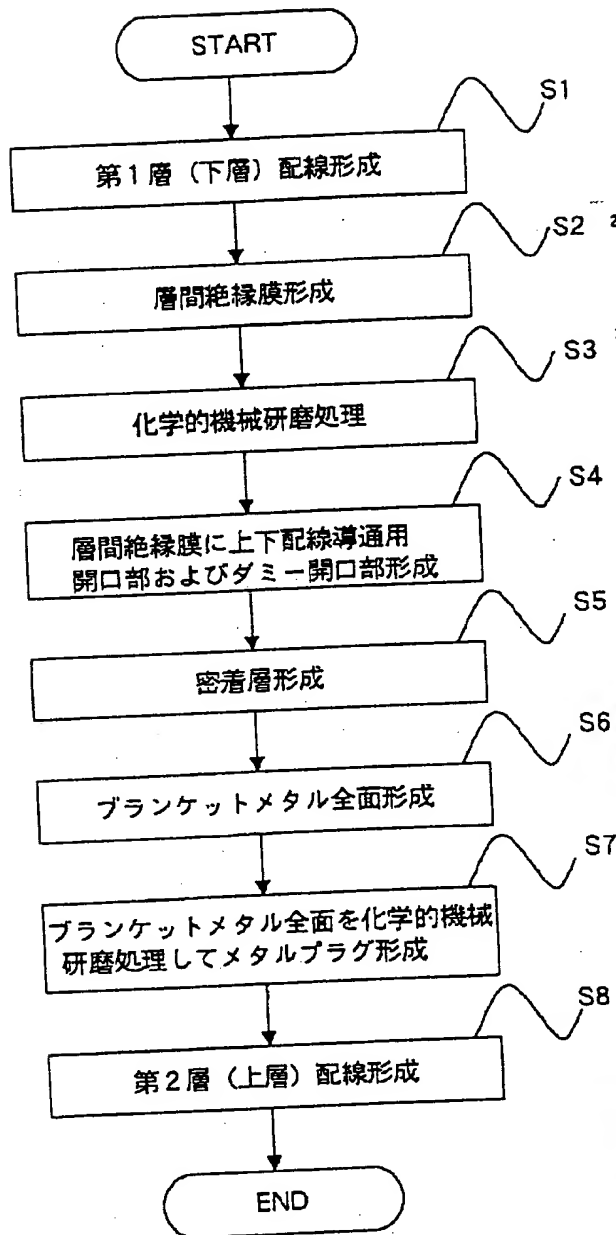
【符号の説明】

101：下層配線、102：層間絶縁膜、103：真の導通用開口部、103'：ダミーの開口部、104：密着層、105：ブランケットメタル、106：真の導通用メタルプラグ、106'：ダミーのメタルプラグ、107：凹み、108：上層配線。

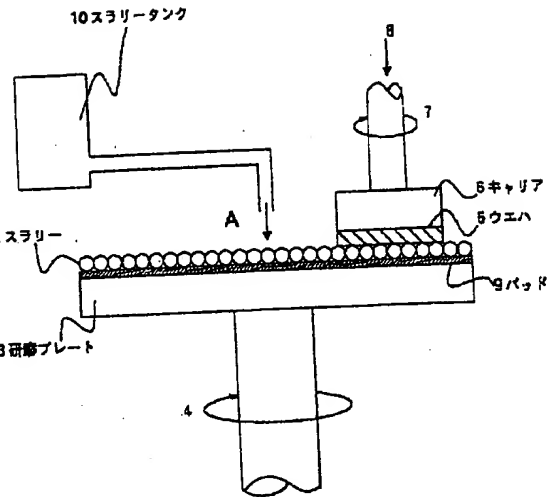
【図3】



【図1】



【図5】



【図6】

